



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Off nl gungsschrift
⑩ DE 198 37 607 A 1

⑤ Int. Cl.⁶:
G 01 N 27/417
G 01 N 27/407

⑳ Aktenzeichen: 198 37 607.3
㉔ Anmeldetag: 19. 8. 98
㉕ Offenlegungstag: 1. 7. 99

DE 198 37 607 A 1

⑥⑥ Innere Priorität:
197 57 824. 1 24. 12. 97

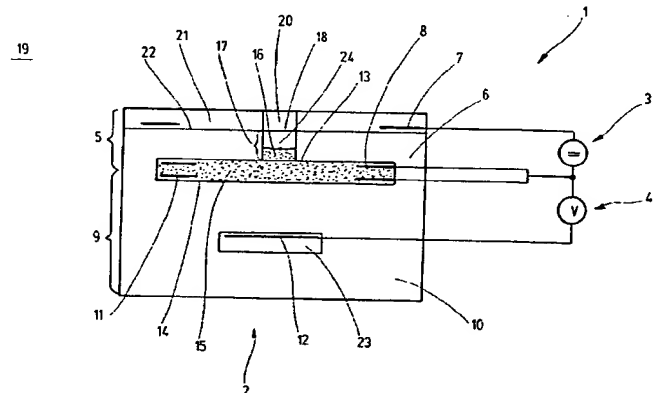
㉗ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

㉚ Erfinder:
Jach, Olaf, 71034 Böblingen, DE; Riegel, Johann,
Dr., 74321 Bietigheim-Bissingen, DE; Diehl, Lothar,
Dr., 70499 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Elektrochemischer Meßfühler

⑤7 Die Erfindung betrifft einen elektrochemischen Meßfühler zum Bestimmen einer Gaskonzentration eines Meßgases mit einem elektrochemischen Element, umfassend eine elektrochemische Pumpzelle, die einen ersten Festelektrolytkörper, eine erste und eine zweite Elektrode und einen Gasraum aufweist, der über eine Gaszutrittsöffnung mit einem Meßgasraum verbunden ist und in dem eine der beiden Elektroden angeordnet ist, und umfassend einen zweiten Festelektrolytkörper mit einer elektrochemischen Sensorzelle (Nernstzelle), die eine dritte Elektrode und einen Referenzgasraum aufweist, in dem eine vierte Elektrode angeordnet ist, wobei die Elektroden eine Zuleitung zum elektrischen Kontaktieren aufweisen, die sich dadurch auszeichnet, daß die Zuleitung (12a) der vierten Elektrode (12) gegenüber dem zweiten Festelektrolytkörper (10) mit einer elektrisch isolierenden Schicht (24; 24') versehen ist.



DE 198 37 607 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen elektrochemischen Meßfühler mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Merkmalen sowie die Verwendung des elektrochemischen Meßfühlers zur Bestimmung des Lambda-Wertes von Gasgemischen gemäß Anspruch 12.

Stand der Technik

Elektrochemische Meßfühler der gattungsgemäßen Art sind bekannt. Sie umfassen ein elektrochemisches Element, welches eine elektrochemische Pumpzelle mit einem vorzugsweise planaren ersten Festelektrolytkörper und einer ersten und einer zweiten vorzugsweise porösen Elektrode aufweist. Diese Meßfühler umfassen weiterhin eine mit der Pumpzelle zusammenwirkende elektrochemische Sensorzelle, die einen vorzugsweise planaren zweiten Festelektrolytkörper sowie eine dritte und eine vierte vorzugsweise poröse Elektrode aufweist. Ferner besitzt der elektrochemische Meßfühler eine Gaszutrittsöffnung und einen Gaszutrittskanal, der einerseits mit einem Meßgasraum verbunden ist. Der Gaszutrittskanal mündet andererseits in einem auch als Gasraum bezeichneten Hohlraum, der innerhalb des elektrochemischen Elements liegt. In dem Gasraum ist die zweite und dritte Elektrode und vorzugsweise eine Diffusionswiderstandseinrichtung angeordnet. Diese kann durch eine poröse Füllung gebildet werden. Das Meßgas gelangt über die Gaszutrittsöffnung und den Gaszutrittskanal in den Hohlraum, wobei die erste und die zweite Elektrode der Pumpzelle regulierend auf den Zutritt des Meßgases in den Gasraum wirken. Somit wird ein kontrollierter Partialdruck der zu messenden Gaskomponente bereitgestellt. Der elektrochemische Potentialunterschied zwischen den Elektroden des zweiten Festelektrolytkörpers, der sich aufgrund der unterschiedlichen Gaspartialdrücke in der Diffusionswiderstandseinrichtung sowie einem beispielsweise im zweiten Festelektrolytkörper angeordneten Referenzgasraum einstellt, kann durch eine außerhalb des elektrochemischen Elements liegende Erfassungseinrichtung, beispielsweise eine Spannungsmeßeinrichtung, erfaßt werden.

Elektrochemische Meßfühler der eingangs beschriebenen Art haben unter der Fachbezeichnung "planare Breitband-Lambdasonden" beispielsweise in der katalytischen Abgasentgiftung von Verbrennungsmotoren Verwendung gefunden.

Nachteilig bei den bekannten elektrochemischen Meßfühlern ist, daß diese insbesondere bei hohen Betriebstemperaturen eine erhöhte Welligkeit beim Lambda=1-Durchgang aufweisen. Dies führt insbesondere bei Regelvorgängen zu Problemen, bei denen der Lambda-Wert die Regelgröße darstellt. Durch die Welligkeit des Lambda-Signals ist in manchen Fällen eine hinreichend stabile Ausgangsgröße nicht einstellbar.

Vorteile der Erfindung

Die Erfindung stellt einen elektrochemischen Meßfühler zum Bestimmen einer Gaskonzentration eines Meßgases mit einem elektrochemischen Element bereit. Der Meßfühler umfaßt eine elektrochemische Pumpzelle, die einen ersten Festelektrolytkörper, eine erste und eine zweite Elektrode und einen Gasraum aufweist, der über eine Gaszutrittsöffnung mit einem Meßgasraum verbunden ist. Ferner ist eine elektrochemische Sensorzelle (Nernstzelle) vorgesehen, die einen zweiten Festelektrolytkörper, eine dritte Elektrode und einen Referenzgasraum besitzt, in dem eine vierte Elektrode angeordnet ist, wobei die Elektroden eine Zuleitung

zum elektrischen Kontaktieren aufweisen.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß die Zuleitung zu der vierten Elektrode gegenüber dem zweiten Festelektrolytkörper mit einer elektrisch isolierenden Schicht versehen ist. Es hat sich herausgestellt, daß eine resistive Kopplung der Elektrodenzuleitungen in bekannten elektrochemischen Meßfühlern zu einer Rückwirkung der Pumpspannung auf die Nernstspannung der Sensorzelle führen kann. Dies ist insbesondere bei höheren Betriebstemperaturen eine Ursache für das bekannte, aber unerwünschte Phänomen der Lambda=1-Welligkeit (Transienten bei sprunghaftem Gaswechsel).

Durch die erfindungsgemäße resistive Entkopplung der Zuleitung der vierten Elektrode gegenüber dem Festelektrolytkörper und somit gegenüber den anderen Elektrodenzuleitungen, wird die Lambda=1-Welligkeit in vorteilhafter Weise verringert oder sogar verhindert. Damit weist der erfindungsgemäße elektrochemische Meßfühler eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Reglerdynamik auf.

In bevorzugter Ausführungsform ist vorgesehen, daß die Schicht aus Aluminiumoxid besteht oder Aluminiumoxid enthält.

In bevorzugter Ausführungsform ist die Schicht, also das Isolationsmaterial zur resistiven Entkopplung, als Druckschicht auf dem Festelektrolytkörper oder der Elektrodenzuleitung aufgebracht.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, daß die Schicht zumindest so breit wie die Zuleitung der vierten Elektrode ist. Alternativ kann vorgesehen sein, daß die Schicht so breit wie ein dem Referenzgasraum zugeordneter Referenzgaskanal ist, in dem die Zuleitung der vierten Elektrode liegt. Die elektrisch isolierende Schicht befindet sich dabei zwischen der Zuleitung und einer Wandung des Referenzgaskanals, der im zweiten Festelektrolytkörper liegt.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel zeichnet sich dadurch aus, daß die Zuleitung der vierten Elektrode wesentlich schmaler ist als der Referenzgaskanal. Dadurch wird eine Einkopplung der Pumpspannung in die Nernstspannung zusätzlich verhindert, da die Oberfläche der Zuleitung klein ist.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen elektrochemischen Meßfühler und ihres elektrochemischen Elements erfolgt zweckmäßigerweise, indem man von plättchen- oder folienförmigen Sauerstoff leitenden Festelektrolyten, zum Beispiel aus stabilisiertem Zirkondioxid, ausgeht und diese beidseitig mit je einer inneren und äußeren Pumpelektrode mit dazugehörigen Leiterbahnen beschichtet, die die Zuleitung zum elektrischen Kontaktieren darstellen. Zwischen den Leiterbahnen und der Festelektrolytfolie wird die erfindungsgemäße resistive Schicht aufgebracht. Das heißt, daß die Leiterbahnen vorzugsweise auf die Schicht aufgebracht werden. Die innere Pumpelektrode befindet sich dabei in vorteilhafter Weise im Randbereich eines Diffusions- oder Gaszutrittskanals, durch den das Meßgas zugeführt wird. Der Gaszutrittskanal kann als Gasdiffusionswiderstand ausgebildet sein. Die so erhaltene Pumpzelle kann dann mit einer in ähnlicher Weise hergestellten Sensorzelle (Nernstzelle) aus einer zweiten Festelektrolytfolie und einer dritten, gegebenenfalls zu einer Heizeinheit ausgebildeten Festelektrolytfolie, zusammenlaminiert und gesintert werden.

Für die Herstellung der porösen Füllungen, beispielsweise der Diffusionsbarriere im Gasraum, geht man insbesondere von porös sinternden Folieneinlagen aus keramischem Material mit geeignetem thermischen Ausdehnungsverhalten aus, das demjenigen der verwendeten Festelektrolytfolien entspricht beziehungsweise nahekommt. Vorzugsweise verwendet man für die Füllung eine Folieneinlage aus

keramischem Material, aus dem auch die Festelektrolytfolien bestehen. Die Porosität der Einlage kann durch sogenannte Porenbildner, wie Thermalrußpulver, organische Kunststoffe oder Salze erzeugt werden. Diese Porenbildner verbrennen, zersetzen sich oder verdampfen bei dem Sinterprozeß.

In besonders vorteilhafter Weise betrifft die Erfindung Breitband-Lambdasonden zur Bestimmung des Lambda-Wertes von Gasgemischen in Verbrennungsmotoren. Der Lambda-Wert oder "die Luftzahl" ist dabei als das Verhältnis des aktuellen Luft-Kraftstoff-Verhältnisses zum stöchiometrischen Luft-Kraftstoff-Verhältnis definiert. Die Sonden ermitteln den Sauerstoffgehalt des Abgases über eine Grenzstromänderung.

Weitere Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Zzeichnung

Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines Meßfühlers in einer Schnittansicht,

Fig. 2 den Meßfühler gemäß **Fig. 1** in Schnittansicht, wobei die Schnittebene parallel zur Schnittebene der **Fig. 1** verläuft, und

Fig. 3 je ein weiteres Ausführungsbeispiel und 4 eines Meßfühlers in Schnittansicht, wobei die Schnittebenen parallel zur Schnittebene der **Fig. 1** liegen.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt in einem Querschnitt einen elektrochemischen Meßfühler **1**, der ein elektrochemisches Element **2**, eine als Energieversorgungseinrichtung dienende Spannungsversorgungseinrichtung **3** sowie eine Auswerteeinrichtung aufweist, die als Spannungsmeßgerät **4** realisiert sein kann.

Das elektrochemische Element **2** weist eine elektrochemische Pumpzelle **5** auf, die einen ersten planaren Festelektrolytkörper **6**, eine erste poröse Elektrode **7** und eine zweite poröse Elektrode **8** umfaßt. Die Elektroden **7** und **8** sind vorzugsweise ringförmig ausgebildet und über jeweils eine Zuleitung **7a** beziehungsweise **8a** (**Fig. 2**) zwecks elektrischer Kontaktierung aus dem elektrochemischen Element **2** herausgeführt. Die Zuleitung **7a** ist der ersten Elektrode **7** zugeordnet; die Zuleitung **8a** dient als Zuleitung für die zweite Elektrode **8** und eine dritte Elektrode **11**, die ringförmig ausgestaltet sein kann.

Das im folgenden lediglich als Element **2** bezeichnete elektrochemische Element weist weiterhin eine elektrochemische Sensorzelle **9** (Nernstzelle) auf, die einen zweiten Festelektrolytkörper **10** sowie die dritte und eine vierte Elektrode **11**, **12** aufweist. Die vierte Elektrode **12** ist über die Zuleitung **12a** (**Fig. 2**) aus dem elektrochemischen Element **2** herausgeführt.

Die Pumpzelle wird an der ersten und der zweiten Elektrode **7** und **8** mittels der externen Spannungsversorgungseinrichtung **3** mit Spannung versorgt. Alternativ ist es jedoch auch möglich, eine Stromversorgungseinrichtung vorzusehen.

Der erste und der zweite Festelektrolytkörper **6** und **10** sind miteinander verbunden und umschließen einen auch als Gasraum bezeichneten inneren Hohlraum **14**. Dieser ist mit einem porösen Material **15** ganz oder teilweise gefüllt und enthält die zweite und dritte Elektrode **8** und **11**. Der innere Hohlraum **14** steht über einen teilweise mit einer porösen Füllung **16** beschickten Gaszutrittskanal **17** mit dem Meß-

gas **19** in Verbindung. Über der Gaszutrittsöffnung **18** kann eine poröse Abdeckung **20** angebracht sein, die Teil einer porösen Schutzschicht **21** sein kann. Diese Schutzschicht **21** ist an einer einem Meßgasraum **19** zugewandten Fläche **22** des ersten Festelektrolytkörpers **6** angebracht und bedeckt somit die erste Elektrode **7** der Pumpzelle.

Der zweite Festelektrolytkörper **10** weist einen Referenzgasraum **23** auf. Diesem ist ein Referenzgaskanal **23a** (**Fig. 2**) zugeordnet, durch den ein auch als Referenzgas bezeichnetes Vergleichsgas in den Referenzgasraum **23** eingeleitet werden kann.

Aus dem Meßgasraum **19** gelangt das Meßgas über die Gaszutrittsöffnung **18** und den Gaszutrittskanal **17** in den inneren Hohlraum **14**, wobei mittels einer an die erste und die zweite Elektrode **7** und **8** der Pumpzelle **5** angelegte Pumpspannung durch Zupumpen oder Abpumpen von Sauerstoff ein kontrollierter Partialdruck eingestellt wird. Die Energieversorgung beziehungsweise Spannungsversorgung der Pumpzelle übernimmt – wie bereits erwähnt – die außerhalb des elektrochemischen Elements **2** angebrachte Spannungsvorgangseinrichtung **3**.

Aufgrund der unterschiedlichen Gaspartialdrücke in dem Gasraum **13** sowie dem im zweiten Festelektrolytkörper **10** angeordneten Referenzgasraum **23**, stellt sich ein elektrochemischer Potentialunterschied zwischen der dritten und der vierten Elektrode **11** und **12** der Sensorzelle **9** ein. Dieser Potentialunterschied wird durch das außerhalb des elektrochemischen Elements liegende Spannungsmeßgerät **4** erfaßt. Selbstverständlich ist es möglich, hier allgemein eine Auswerteeinrichtung vorzusehen.

Die Abdeckung **20** und der darunter befindliche Hohlraum **24** verhindern ein Eindringen von im Meßgas enthaltenen flüssigen und festen Anteilen. Diese können beispielsweise Benzin oder Rußpartikel im Abgas einer Brennkraftmaschine sein. Mithin wird verhindert, daß dieses Benzin über die Gaszutrittsöffnung und den Gaszutrittskanal in den Gasraum **13** gelangt.

Fig. 2 zeigt in stark vereinfachter Darstellung den elektrochemischen Meßfühler **2** der **Fig. 1** in einem Schnitt, wobei die Schnittebene parallel zur Zeichnungsebene der **Fig. 1** liegt. In dem Referenzgaskanal **23a** ist eine elektrisch isolierende Schicht **24** angeordnet. Diese Schicht **24** ist der Oberseite **25** des Referenzgaskanals **23a** zugeordnet. Gemäß **Fig. 2** erstreckt sich die Schicht **24** über die gesamte Breite des Referenzgaskanals **23a**. Es ist jedoch auch möglich, daß die Schicht **24** ebenso breit wie die Zuleitung **12a** der auch als Referenzelektrode bezeichneten vierten Elektrode **12** ist. Wichtig ist hierbei, daß die Zuleitung **12a** von dem Festelektrolytkörper **10** elektrisch isoliert angebracht ist. Dazu ist die Breite der Schicht **24** so zu wählen, daß sie mindestens der Breite der Zuleitung **12a** entspricht.

In bevorzugter Ausführungsform ist die Schicht **24** aus einer Druckschicht aus Aluminiumoxid (Al_2O_3) hergestellt, die bei der Herstellung des Elements **2** als Paste auf den Festelektrolytkörper oder auf die Zuleitung **12a** aufgetragen und anschließend gesintert wird. Durch diese vorzugsweise dicht gesinterte Druckschicht wird auch eine Weiterleitung von Abgas (Meßgas) beziehungsweise Benzin in den Referenzgaskanal **23a** vermieden. Dies insbesondere dann, wenn die Schicht **24** – wie bereits erwähnt – sich über die gesamte Breite des Referenzgaskanals **23a** erstreckt. Die Schutzschicht **24** erstreckt sich über die gesamte Länge der Zuleitung **12a**.

Es ist jedoch auch möglich, die Schicht **24** lediglich als elektrisch isolierende Schicht auszubilden. Dabei kann die Schicht **24** porös realisiert sein. In **Fig. 2** ist noch ersichtlich, daß die Zuleitung **12a** wesentlich schmäler als der Referenzgaskanal **23a** ist.

Insgesamt ergibt sich aus der elektrisch isolierenden Schicht 24 eine resistive Entkopplung der Zuleitungen 12a und 8a beziehungsweise 7a, so daß die Pumpspannung U_s nicht in die Sensorspannung beziehungsweise Nernstspannung U_n der Sensorzelle 9 eingekoppelt werden kann. Dies führt in besonders vorteilhafter Weise zu einem Ausgangssignal der Sensorzelle 9, das eine besonders geringe Welligkeit aufweist. Es ist hier also die sogenannte $\Lambda=1$ -Welligkeit zumindest vermindert.

Fig. 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer resistiven Entkopplung der Zuleitungen 12a und 8a beziehungsweise 7a, so daß – wie bereits vorstehend erwähnt – die Pumpspannung U_s nicht in die Sensorspannung beziehungsweise Nernstspannung U_n der Sensorzelle 9 (Fig. 1) eingekoppelt werden kann. Die resistive Entkopplung ist derart ausgeführt, daß die Zuleitung 12a vollständig von einer elektrisch isolierenden Schicht 24' umgeben ist. Die Schicht 24' kann durch zwei Teilschichten 24a beziehungsweise 24b gebildet sein, wobei die Schicht 24a, wie die Schicht 24 gemäß Fig. 2, der Oberseite 25 des Referenzgaskanals 23a zugeordnet ist. Auf die Schicht 24a ist auf der der Oberseite 25 abgewandten Seite die Zuleitung 12a für die vierte Elektrode 12 aufgebracht. Die elektrisch isolierende Schicht 24b ist derart auf die Schicht 24a aufgebracht, daß die Zuleitung 12a vollständig umschlossen ist. In Fig. 3 ist ersichtlich, daß sich die Breite der Schicht 24' beziehungsweise 24a und 24b über die gesamte Breite des Referenzgaskanals 23a erstreckt.

Die Schicht 24' kann als poröse oder auch als dichtsinternde Isolationsschicht hergestellt sein, die aus Aluminiumoxid (Al_2O_3) besteht oder Aluminiumoxid enthält. Sofern die Schicht 24' als poröse Isolation ausgeführt ist, ist vorzugsweise vorgesehen, daß die Zuleitung 12a gegenüber der Schicht 24' mit einer gasdichten Barriere versehen ist, so daß die wirksame Oberfläche der Elektrode 12 nicht durch die Zuleitung 12a vergrößert wird. Dies könnte zu einer unerwünschten Beeinflussung der Sensorspannung beziehungsweise Nernstspannung U_n der Sensorzelle 9 führen.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 unterscheidet sich vom Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 lediglich dadurch, daß sich die Schicht 24' nicht über die gesamte Breite des Referenzgaskanals 23a erstreckt. Die Schicht 24' kann auch beim Element 2 gemäß Fig. 4 die Zuleitung 12a vollständig umschließen, das heißt, die Schicht 24' kann durch zwei Teilschichten 24a und 24b gebildet werden, die die Zuleitung 12a vollständig umschließen. Es ist jedoch auch möglich, wie im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 gezeigt, lediglich eine der Oberseite 25 des Referenzgaskanals 23a zugeordnete elektrisch isolierende Schicht 24a vorzusehen. Selbstverständlich kann die elektrisch isolierende Schicht 24' sowohl porös als auch dichtsinternend ausgeführt sein, wie dies bei den Ausführungsbeispielen der Fig. 2 und 3 bereits beschrieben wurde. Sofern die Schicht 24' als poröse elektrische Isolation ausgeführt ist, ist auch beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 vorzugsweise vorgesehen, daß die Zuleitung 12a von einer gasdichten Barriere umgeben ist, die somit zwischen Zuleitung 12a und der Schicht 24' zu liegen kommt.

Patentansprüche

1. Elektrochemischer Meßfühler zum Bestimmen einer Gaskonzentration eines Meßgases mit einem elektrochemischen Element, umfassend eine elektrochemische Pumpzelle, die einen ersten Festelektrolytkörper, eine erste und eine zweite Elektrode und einen Gasraum aufweist, der über eine Gaszutrittsöffnung mit einem Meßgasraum verbunden ist und in dem eine der

beiden Elektroden angeordnet ist, und umfassend einen zweiten Festelektrolytkörper mit einer elektrochemischen Sensorzelle (Nernstzelle), die eine dritte Elektrode und einen Referenzgasraum aufweist, in dem eine vierte Elektrode angeordnet ist, wobei die Elektroden eine Zuleitung zum elektrischen Kontaktieren aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zuleitung (12a) der vierten Elektrode (12) gegenüber dem zweiten Festelektrolytkörper (10) mit einer elektrisch isolierenden Schicht (24; 24') versehen ist.

2. Elektrochemischer Meßfühler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht (24; 24') aus Aluminiumoxid (Al_2O_3) besteht oder Aluminiumoxid enthält.

3. Elektrochemischer Meßfühler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht (24; 24') als Druckschicht auf dem zweiten Festelektrolytkörper (10) oder der Zuleitung (12a) aufgebracht ist.

4. Elektrochemischer Meßfühler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht (24; 24') dicht gesintert ist.

5. Elektrochemischer Meßfühler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht (24; 24') porös ist.

6. Elektrochemischer Meßfühler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht (24; 24') zumindest so breit wie die Zuleitung (12a) der vierten Elektrode (12) ist.

7. Elektrochemischer Meßfühler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht (24; 24') so breit wie ein dem Referenzgasraum (23) zugeordneter Referenzgaskanal (23a) ist, in dem die Zuleitung (12a) der vierten Elektrode (12) liegt.

8. Elektrochemischer Meßfühler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuleitung (12a) der vierten Elektrode (12) wesentlich schmaler ist als der Referenzgaskanal (23a).

9. Elektrochemischer Meßfühler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht (24') die Zuleitung (12a) vollständig umgibt.

10. Elektrochemischer Meßfühler nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht (24') durch Teilschichten (24a; 24b) gebildet ist.

11. Elektrochemischer Meßfühler nach einem der Ansprüche 1 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Schicht (24; 24') und der Zuleitung (12a) eine gasdichte Barriere vorgesehen ist.

12. Verwendung des elektrochemischen Meßfühlers nach einem der Ansprüche 1 bis 11 zur Bestimmung des Λ -Wertes von Gasgemischen in Verbrennungsmotoren.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

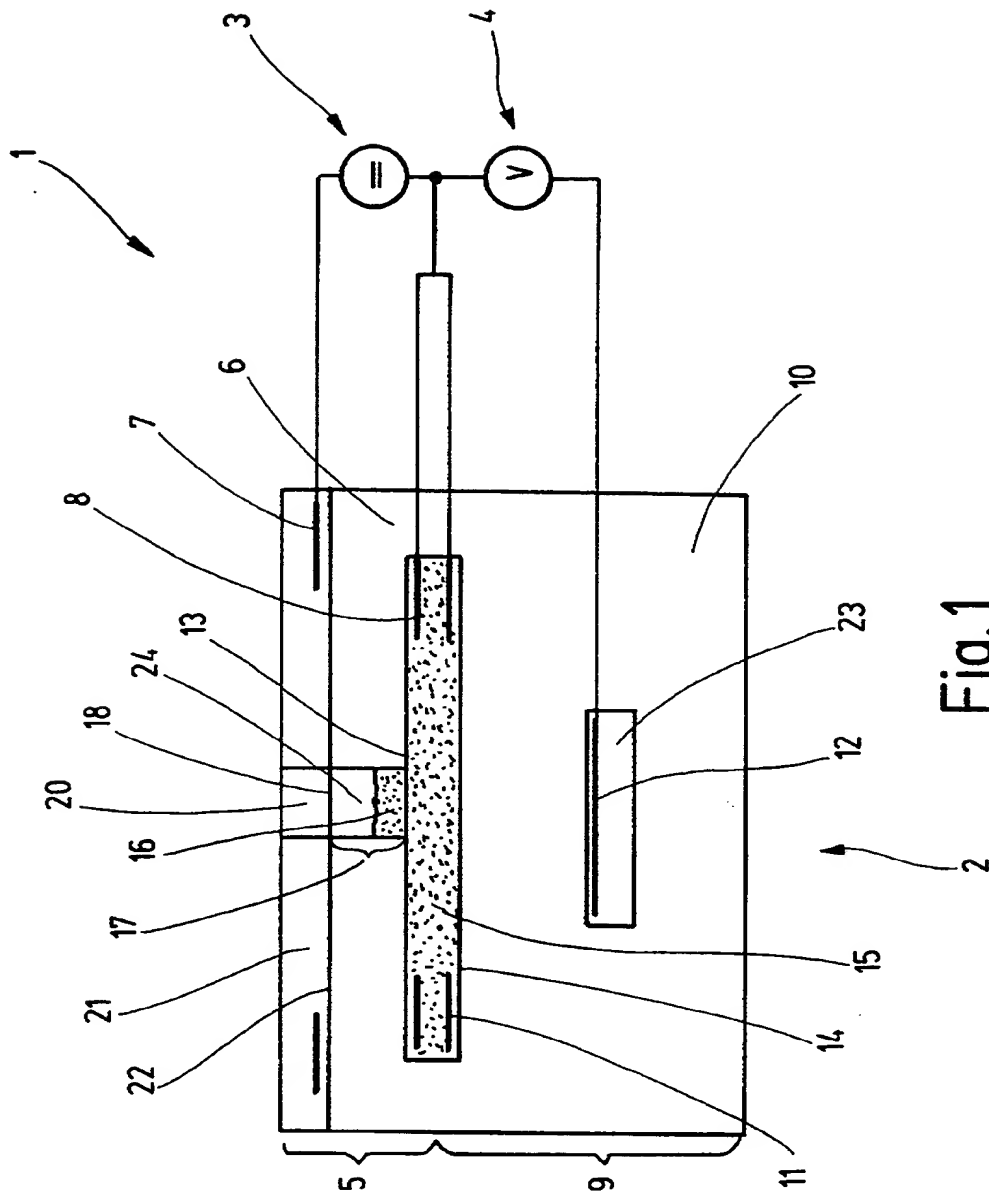


Fig.1

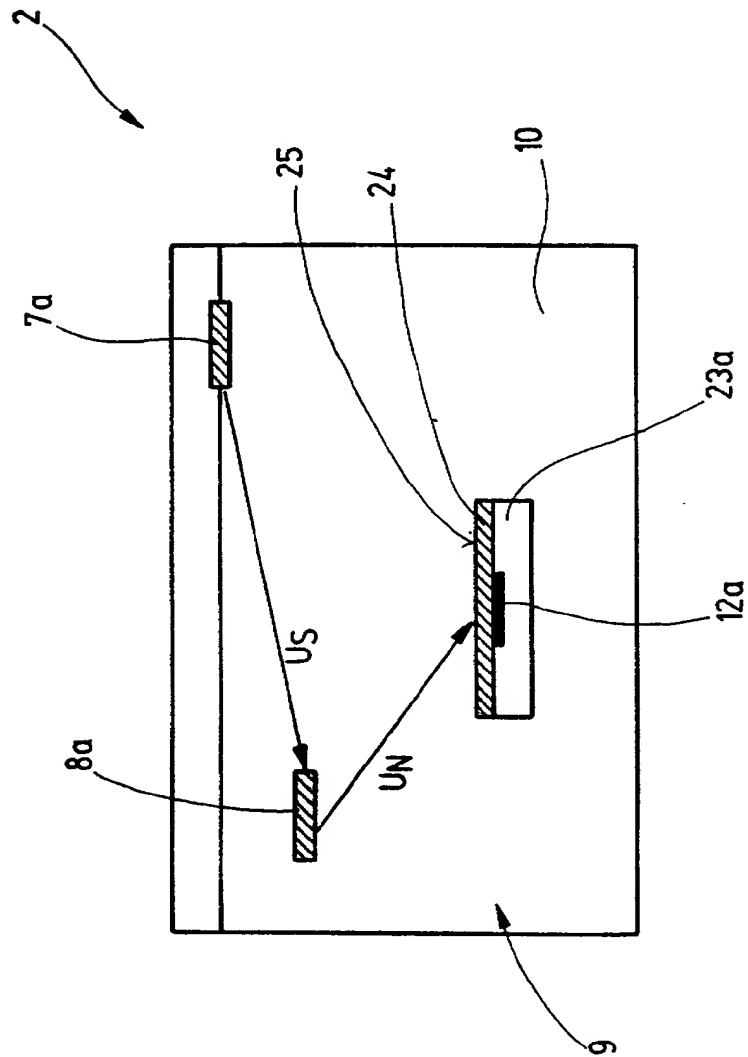


Fig. 2

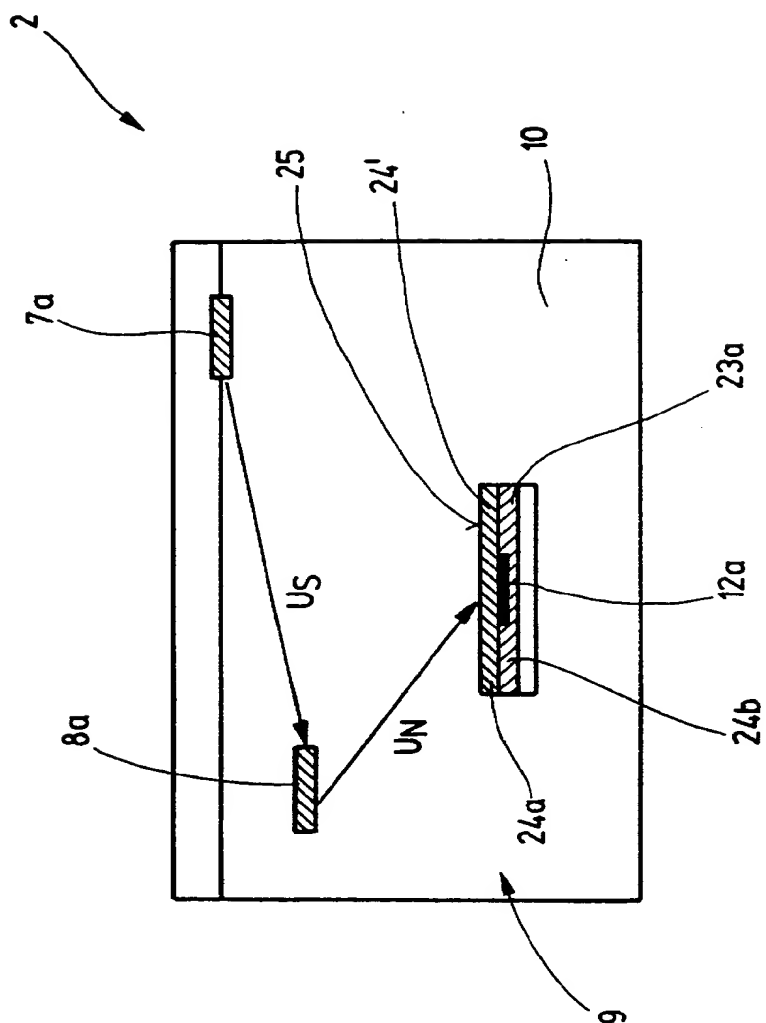


Fig. 3

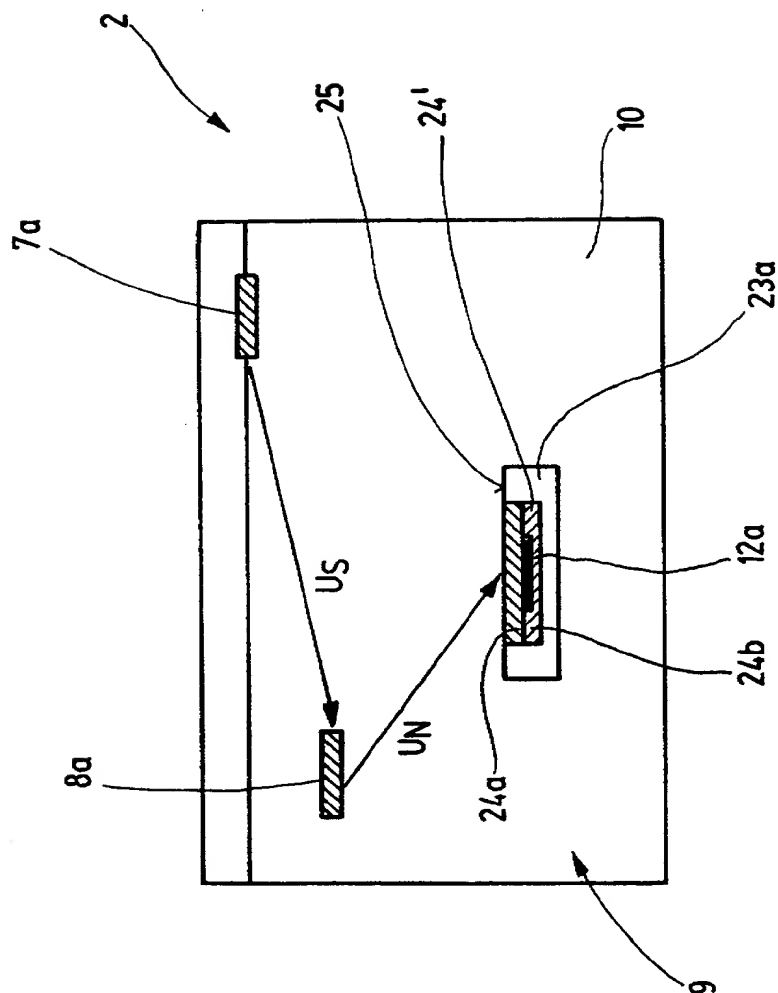


Fig. 4